

$v = +15$  km/s, se comprobó que las evidencias no son suficientes como para asegurar la existencia de un máximo a esa velocidad, debido a la presencia del cúmulo. En la Fig. 2 están representadas las diferencias entre el perfil del centro del cúmulo y el promedio de los cuatro perfiles correspondientes a cada una de las cruces mencionadas. La compleja estructura de estas diferencias imposibilita poder asegurar la existencia de H neutro asociado con el cúmulo, aunque esta posibilidad tampoco puede excluirse, en especial debido a la presencia de un pico para  $v_r = +18$  km/seg, claramente visible para  $\Delta\varphi = 2^\circ$  y que decrece rápidamente con la separación angular, desapareciendo casi para  $\Delta\varphi = 0.5^\circ$ .

Si este pico estuviera asociado con el cúmulo, ello significaría una extensión de gas de más de  $3^\circ$  de diámetro, con una densidad decreciente desde el centro hacia el exterior. En la figura 2 se observan otros dos picos, uno para  $v_r \sim +40$  km/s, claramente visible, y otro a  $v_r \sim +30$  km/s; y dos estructuras negativas (déficit de H) a velocidades  $v_r \sim 0$  km/s y  $v_r \sim +10$  km/s. Los 2 picos, al tener velocidades tan diferentes de la observada ópticamente, probablemente nada tengan que ver con el cúmulo, correspondiendo simplemente a estructuras presente en la visual. La masa  $M_H$  del hidrógeno asociado con una estructura de profundidad óptica pequeña puede obtenerse de la expresión

$$M_H \cong 3.5 \varphi^2 \cdot r^2 \cdot (\overline{T}_a \cdot \Delta V),$$

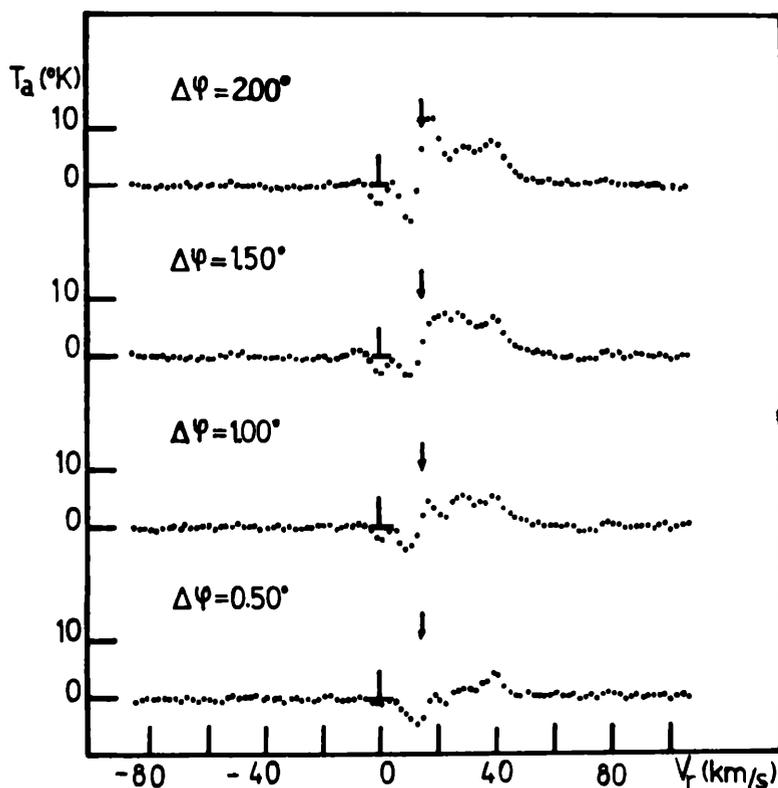


FIG. 2: Observaciones del cúmulo galáctico NGC 2287 en 21 cm.

donde  $M_H$  se expresa en  $M_\odot$ , la extensión angular  $\varphi$  en grados, la distancia  $r$  en kpc, la temperatura media de

antena  $\overline{T}_a$  en  $^\circ\text{K}$  y el intervalo efectivo de velocidades  $\Delta V$  en km/s. El producto  $\overline{T}_a \cdot \Delta V$  da el área debajo de la curva y la barra sobre la expresión entre paréntesis indica un promedio angular. Para el caso de que el pico a  $v_r = +18$  km/s estuviera asociado al cúmulo, la estimación de  $M_H$  sería muy incierta, pudiendo darse sólo un orden de magnitud. Tomando su área

$$(\overline{T}_a \cdot \Delta V) \sim 100^\circ \text{K} \cdot \text{km/s},$$

correspondiente a  $\Delta\varphi = 2^\circ$ , lo que representaría su valor máximo en el centro del cúmulo, y adoptando un radio efectivo de  $1^\circ$  resulta una masa  $M_H \approx 600 M_\odot$ . La masa estelar de NGC 2287 ha sido estimada por Schmidt (1963), en base a la función de luminosidades observada, en  $815 M_\odot$ .

Alter, G., y Ruprecht, J., 1963, "Atlas of Open Star Clusters", Czechoslov. Acad. of Scienc., Praha.  
 Becker, W., 1963, Z. f. Aph. 57, 117.  
 Buscombe, W., 1963, Mount Stromlo Obs., Mimeogram N° 6.  
 Cox, A. N., 1954, Ap. J. 119, 195.  
 D'Odorico, S., y Felli, M., 1970, Mem. Soc. Astron. Ital. XLI, Fasc. I, 89.  
 Hoag, A. A., y Applequist, N. L., 1965, Ap. J. Suppl., 12, 215.  
 MacRae, D., y Westerhout, G., 1956, "Table for the Reduct. of Veloc. to the L. S. R.", Lund Observatory.  
 Sandage, A., 1958, "Stellar Populations", Vat. Observ., p. 41.  
 Schmidt, K. H., 1963, A. N. 275, 41.  
 Schmidt-Kaler, Th., 1961, Z. f. Aph. 53, 1.

## Puntos de calibración para observaciones en 21-cm.

W. G. L. PÖPPEL \* y E. R. VIEIRA

Instituto Argentino de Radioastronomía, Pereyra, CONICET,  
 Buenos Aires  
 Instituto de Física, Universidad Federal de Rio Grande  
 do Sul, Brasil

*Abstract:* Many observations of a series of calibration points on the sky were obtained. The statistical noise of the resulting average profiles is relatively low. So, they seem adequate to be used by other observers working with similar resolutions in angle and frequency. As the paper will be published elsewhere, we give here only a synthesis.

El problema de la coordinación de las escalas de temperaturas de brillo usadas en los estudios con la línea de 21-cm es fundamental, habiéndose incluso formado un grupo de trabajo dentro de la Comisión N° 40 de la IAU para estudiar la estandarización de los "surveys" realizados con dicha línea (van Woerden, 1964). El objeto del presente resumen es adelantar algunos resultados correspondientes a las observaciones en 21-cm de una serie de puntos en el cielo, utilizados como puntos de referencia para calibrar la escala relativa de temperatura de antena en un extenso "survey" realizado por los autores en la zona delimitada por  $240^\circ \leq l^{\text{II}} \leq 372^\circ$ ;  $3^\circ \leq b^{\text{II}} \leq 17^\circ$ , con una ma-

\* Miembro de la Carrera del Investigador Científico del CONICET.

lla de  $1^\circ$  (Pöppel-Vieira, 1970). El trabajo completo con los gráficos de los perfiles se piensa publicar próximamente en otro lugar.

Los perfiles obtenidos para los mencionados puntos de calibración son el resultado de un gran número de observaciones extendidas a lo largo de casi 3 años de labor. Consecuentemente, su ruido estadístico resulta estar bastante disminuido. Por estas razones ellos podrían ser de utilidad para otros observadores que trabajen en condiciones parecidas en lo que a ancho de banda y diámetro del haz de la antena se refiere. La serie consta de cinco puntos, que hemos llamado P10, P11, ..., P14, distanciados mutuamente en unos  $40^\circ$  en ascensión recta y calibrados relativamente entre sí, formando una cadena —que empieza en el P10, y a cuyo máximo de perfil se asignó el valor  $80^\circ 0'$ —. La tabla I muestra sus coordenadas galácticas y ecuatoriales.

TABLA I

Punto	$\text{II}$ ( $^\circ$ )	$\text{bII}$ ( $^\circ$ )	$\alpha$ 1971.5 ( $^\circ$ )	$\delta$ 1971.5 ( $^\circ$ )
P10	356.00	— 04.00	267.54	— 34.41
P11	322.00	03.00	226.70	— 54.59
P12	296.00	03.00	178.90	— 58.97
P13	277.68	00.00	146.64	— 53.47
P14	224.98	— 05.02	103.52	— 12.96

Por el gran tiempo insumido en las observaciones y reducciones, y por limitaciones en el equipo, lamentablemente no se han podido hacer estudios más amplios, concernientes a la sensibilidad, a la dirección de polarización, invariancia temporal, influencia de la radiación subyacente del continuo y variación de la forma de los perfiles frente a variaciones de las coordenadas.

Las observaciones fueron hechas con el radiotelescopio de 30 m del IAR, operado conjuntamente por la CIW. Para  $\lambda = 21$  cm, el ancho del lóbulo de la antena es de aproximadamente  $0.5^\circ$ . El receptor de 56 canales es del tipo Dicke con características generales similares a las del receptor descrito por Burke y otros, 1959. Su primera etapa amplificadora comprende un amplificador paramétrico con una temperatura de ruido de entrada de  $\sim 180^\circ\text{K}$ , aunque el ruido total, agregando efectos de radiación de "spill-over", pérdidas en cables y otras fuentes de ruido, se estima en  $\sim 250^\circ\text{K}$ . El ancho de banda de recepción para la línea es de  $\sim 4$  MHz. Los canales están separados entre sí a intervalos de frecuencia correspondientes a 4.0 km/s, en tanto que sus anchos de banda son de 2.0 km/s. Las observaciones se efectúan en series dobles, con un tiempo de integración de  $2 \times 90$  segundos cada una, y con un corrimiento relativo de la frecuencia del oscilador local igual a la distancia entre 2.5 canales. Los perfiles obtenidos por este sistema constan de 112 puntos con una separación mutua de 2.0 km/s. Su ruido medio intrínseco se estima en  $\sim 0.7^\circ$ , a los que deben agregarse  $\sim 0.6^\circ\text{K}$  por indeterminación en el trazado de la línea de cero. Esta última operación usualmente se hace trazando una

línea recta entre los extremos del perfil, suponiendo que en ellos haya ausencia de H. Las precisiones en el posicionado de las coordenadas supera los  $0.02^\circ$ , mientras que el de la velocidad es mejor que 0.3 km/s.

Para establecer la cadena de puntos de referencia se comenzó por observar P10. En el período agosto 1968 a febrero 1969 se obtuvieron unos 80 perfiles diferentes, todos con línea de cero rectilínea. Luego de reducidos en una escala aproximada se procedió a promediarlos. Dado que la diferencia de velocidades entre 2 canales sucesivos es de 2 km/s, y que los perfiles fueron observados en fechas diferentes, al observar con el oscilador local en ciertas frecuencias características fijas, las velocidades centrales de dichos perfiles no se encuentran exactamente en 0, sino distribuidas en un intervalo de  $\pm 1.0$  km/s alrededor del cero. (Llamamos velocidad central de un perfil a la velocidad —correspondiente a uno de los 56 canales— más cercana a cero km/s.). Para efectuar los promedios, los perfiles fueron previamente distribuidos, según sus velocidades centrales, en cuatro rangos de velocidad de 0.5 km/s de ancho cada uno, centrados respectivamente en  $-0.5$ ,  $0.0$ ,  $+0.5$ ,  $+1.0$  km/s respectivamente. Estos cuatro grupos se promediaron independientemente. Los resultados se representaron conjuntamente en un gráfico, trazando una curva lisa por entre los diversos puntos. Finalmente, la escala de ordenadas se normalizó asignando el valor  $T = 80.0$  al máximo de la curva (Fig. 1). Esta normalización constituye la base de la definición de nuestra escala de temperaturas. Como puede verse en la Fig. 1, los cuatro grupos independientes suministran resultados consecuentes entre sí. La indeterminación en la posición del máximo de la curva lisa se estimó en  $0.6^\circ$ .

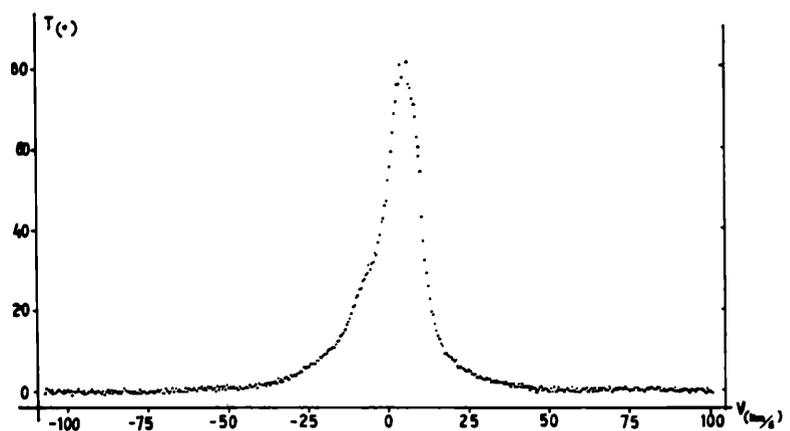


FIG. 1: Puntos de calibración para observaciones en 21 cm.

En base a P10 se calibró luego la altura de P11. Para ello se contaba con 42 observaciones simultáneas de P10 y P11, observadas entre agosto 1968 y febrero 1969. Estas observaciones fueron complementadas con otras 77 observaciones aisladas de P11, mejorando así los detalles del correspondiente perfil resultante. También aquí los diversos perfiles observados fueron distribuidos en 4 grupos independientes, según sus velocidades centrales, que suminis-

traron resultados consecuentes entre sí. Similarmente, con la altura de P11 calibrada, se procedió a hacer lo propio con la de P12, mediante observaciones simultáneas de P11 y P12; luego con la de P13 y finalmente con la de P14, siempre con sendos grupos de observaciones simultáneas complementadas con observaciones aisladas. El total de perfiles utilizados en las calibraciones es de aproximadamente 600, habiendo sido observados entre agosto de 1968 y abril de 1971.

Como síntesis de los resultados, en la Tabla II damos las alturas y posiciones de los máximos de cada uno de los perfiles de comparación resultante con la estimación de sus respectivas indeterminaciones.

Punto	T (°)	v (km/s)
P10	80.0 ± 0.6	+ 5.0 ± 0.4
P11	41.5 ± 0.5	— 39.0 ± 1.0
„	65.4 ± 0.5	— 21.0 ± 0.5
„	46.3 ± 0.5	— 0.9 ± 0.5
P12	74.8 ± 0.5	— 27.0 ± 0.7
„	34.5 ± 0.5	— 0.2 ± 0.5
P13	112.0 ± 0.7	— 5.0 ± 0.5
„	118.3 ± 0.7	+ 1.0 ± 0.5
„	40.5 ± 0.7	+ 15.0 ± 0.5
„	25.3 ± 0.7	+ 63.0 ± 0.5
„	16.0 ± 0.7	+ 79.0 ± 1.0
„	4.7 ± 0.7	+ 122.0 ± 2.0
P14	28.5 ± 0.5	+ 5.0 ± 1.0
„	82.5 ± 0.5	+ 17.0 ± 0.5
„	56.5 ± 0.5	+ 65.0 ± 0.5

Se trató de comparar nuestros resultados con eventuales observaciones de otros autores. El perfil de P10 pudo compararse globalmente con los resultados de Braes (1963) obtenidos con la antena de Dwingeloo (diámetro del haz: 0.56°, ancho de banda: 20 kHz). En un diagrama de Braes a P10 le corresponde un máximo cuya altura y posición concuerdan con las encontradas por nosotros, lo que parecería mostrar que nuestra escala es parecida a la utilizada en Dwingeloo. Esto parece confirmarse también de la comparación de los perfiles de P14 observados por nosotros, con el punto de coordenadas casi idénticas ( $l^{II} = 224.99$ ,  $b^{II} = -05.01$ ), observado por Lindblad (1966) también con la antena de Dwingeloo y con un ancho de banda similar al nuestro (10 kHz). Las posiciones de los tres picos coinciden bien, las alturas de dos de ellos también. El tercero, en cambio difiere algo en su altura. [Comparaciones con perfiles de menor precisión que los aquí presentados ya habían sido hechas por Vieira (1971)].

La existencia de una nube de alta velocidad visible en el perfil resultante de P11 ( $v \sim 72.0$  km/s,  $T \sim 2.5^\circ$ ) parece corresponder a la estructura visible en el "survey" de Kerr (1969) para  $|b^{II}| \leq 02.00^\circ$ , realizado con la antena de Parkes (diámetro del haz: 14.5', ancho de banda: 36 kHz), para  $v \sim +75$  km/s en  $l^{II} = 322.00^\circ$ ,  $b^{II} = 02.00^\circ$  (a un grado de P11).

Van Woerden, H., 1967, Proposal for Coordination of Brightness Temperature Scale used in 21 cm Line Studies, 1664; ver también Transact. IAU XIII B, 203, Prague.

Pöppel, W. G. L., y Vieira, E. R., 1971, Bol. Asoc. Arg. Astr. N° 16.

Burke, B. F.; Ecklund, E. T.; Firor, J. W., Tatel, H. E., y Tuve, M. A., 1959, Paris Symposium on Radioastronomy, pág. 374.

Braes, L. L. E., 1963, B.A.N., 17, 132.

Lindblad, O., 1966, B.A.N., Suppl. 1, 177.

Vieira, E. R., 1971, Ap. J. Suppl., 22, 369.

Kerr, F. J., 1969, Austral. J. Phys.

## Búsqueda de nubes de hidrógeno atómico con velocidad intermedia

I. F. MIRABEL

*Instituto Argentino de Radioastronomía, Pereyra*

*Abstract:* The region between  $l = 30^\circ$  and  $l = 330^\circ$  was observed in the 21 cm. line in a search for neutral hydrogen at intermediate velocities. An extensive concentration of hydrogen was observed in the fourth galactic quadrant with radial velocity of 45 Km/seg.

### Introducción

Es del conocimiento de los astrónomos, que el plano galáctico según los datos radioastronómicos, se encuentra inclinado en la dirección de las Nubes de Magallanes en una cantidad de aproximadamente 700 pc. a una distancia de 15 kpc. del sol. En la dirección opuesta ( $l \approx 190^\circ$ ) el efecto es simétrico.

A. Toomre (1971), estudiando los modos normales de la perturbación del plano galáctico producida por un pasaje cercano de las Nubes de Magallanes en su movimiento orbital alrededor de nuestra galaxia, encuentra que sólo para valores limitados de los parámetros orbitales la inclinación del plano galáctico anteriormente mencionada es congruente con un "corrugamiento" en la parte interior del plano galáctico no mayor de 150 pc. Para ello supone una órbita hiperbólica de las Nubes de Magallanes, moviéndose en sentido retrógrado (opuesto al de rotación galáctica) con la Nube Menor orbitando alrededor de la Mayor con los siguientes parámetros orbitales: longitud de la línea de los nodos comprendida entre  $l = 150^\circ$  y  $l = 190^\circ$ , el pasaje cercano ocurrió hace  $5 \times 10^6$  años a una distancia perigaláctica de 20 kpc.

Toomre ha estudiado además, cuáles serían las consecuencias de este pasaje cercano sobre la Nube Menor. Para ello supone que antes del pasaje cercano un conjunto de partículas de prueba de masa nula están ubicadas alrededor de la Nube Menor, y estudia su redistribución como consecuencia del "golpe gravitacional" introducido por nuestra galaxia.

La situación actual de la distribución en el cielo de estas partículas está representada en la figura 1.